

**Japanese Laid-Open Publication**

**No. 172787/2002 (*Tokukai* 2002-172787)**

**A. Relevance of the Above-identified Document**

The following is a                      English translation of exemplary portions of non-English language information that may be relevant to the issue of patentability of the claims of the present application.

**B. Translation of the Relevant Passages of the Document**

See the                      English Abstract.

**[CLAIMS]**

**[Claim 1]**

A printing method of ejecting a liquid developer from a tip aperture of a nozzle, the liquid developer in which electrically-charged coloring agent particles are contained in an insulative oil-based liquid; and making the liquid developer adhere to a printing medium or an intermediate printing medium, the method comprising the steps of:

(i) using the nozzle including a bias electrode and an image electrode on a wall surface of the nozzle;

(ii) providing a counter electrode in front of the tip aperture of the nozzle;

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(iii) applying a voltage to the bias electrode provided on the wall surface of the nozzle, and applying a voltage, whose phase is opposite to that of the voltage applied to the bias electrode, to the counter electrode provided in front of the tip aperture of the nozzle;

(iv) providing the printing medium or the intermediate printing medium between a tip of the nozzle and the counter electrode; and

(v) applying a voltage, corresponding to an image signal and having the same phase as that of the voltage applied to the bias electrode, to the image electrode provided on the wall surface of the nozzle, and ejecting the liquid developer from the tip aperture of the nozzle.

[Claim 2]

The method as set forth in claim 1, wherein a hydrophobic polymer coating film is formed on an inner wall surface of the nozzle.

[Claim 3]

The method as set forth in claim 2, wherein the polymer coating film is a fluorinated polymer coating film.

[Claim 4]

The method as set forth in any one of claims 1 to 3,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

wherein a shape of the tip aperture of the nozzle is arc or circular.

[Claim 5]

The method as set forth in any one of claims 1 to 3, wherein a shape of the tip aperture of the nozzle is polygonal.

[Claim 6]

A printing head mechanism which makes a liquid developer adhere to a printing medium or a intermediate printing medium, the liquid developer in which electrically-charged coloring agent particles are contained in an insulative oil-based liquid, the printing head mechanism comprising:

(i) a nozzle including a bias electrode and an image electrode on a wall surface of the nozzle, the nozzle ejecting the liquid developer from a tip aperture; and

(ii) a counter electrode provided in front of the tip aperture of the nozzle.

[Claim 7]

A printing apparatus comprising a printing head mechanism which makes a liquid developer adhere to a printing medium or an intermediate printing medium, the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

liquid developer in which electrically-charged coloring agent particles are contained in an insulative oil-based liquid, wherein

used as the printing head mechanism is the printing head mechanism as set forth in claim 6.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

The present invention relates to (i) a printing method using a liquid developer, the method including the step of applying an electric field to the liquid developer, (ii) a printing head mechanism, and (iii) a printing apparatus.

[0002]

[Conventional Art]

There is a known printing method in which (i) used is a developer in which electrically-charged coloring agent particles (toner) are dispersed in an insulative oil-based liquid, such as silicon oil, (ii) the developer is moved by applying an electric field to the developer, (iii) the developer is ejected from an aperture formed on a substrate, and (iv) an image is printed to a printing medium, such as a paper or the like, by the developer (Japanese Laid-Open Patent Publication No. 37898/2000

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(Tokukai 2000-37898)). According to the method, because the method includes the step of making the developer pass through the aperture formed at the center of a ring-shaped image electrode, the method causes problems as follows: it is difficult to improve resolution; a device cost is increased; and it is difficult to increase a moving speed of the developer when making the developer move by applying the electric field. Therefore, the method is still not good enough.

[0003]

[Problems to be solved by the invention]

An object of the present invention is to provide (i) a printing method using a liquid developer in which electrically-charged coloring agent particles are dispersed in an insulative oil-based liquid, the printing method including the steps of: making the liquid developer move by applying an electric field; ejecting the liquid developer from an aperture; and forming a color image to a printing medium or an intermediate printing medium, (ii) a printing head mechanism used in the printing method, and (iii) a printing apparatus including the printing head mechanism. By using the method, (i) it becomes easy to increase a moving speed of the liquid developer when making the liquid developer move by applying the electric field, (ii) it becomes easy to improve resolution of the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

image formed on the printing medium or the intermediate printing medium, and (iii) the device cost is reduced.

[0004]

[Means for solving the problems]

The present inventors have diligently conducted researches to solve the above problems. As a result, the present invention has completed. That is, the present invention provides a printing method using a liquid developer, a printing head mechanism, and a printing apparatus, as explained below.

(1) A printing method ejecting a liquid developer from a tip aperture of a nozzle, the liquid developer in which electrically-charged coloring agent particles are contained in an insulative oil-based liquid; and making the liquid developer adhere to a printing medium or an intermediate printing medium, the method comprising the steps of: (i) using the nozzle including a bias electrode and an image electrode on a wall surface of the nozzle; (ii) providing a counter electrode in front of the tip aperture of the nozzle; (iii) applying a voltage to the bias electrode provided on the wall surface of the nozzle, and applying a voltage, whose phase is opposite to that of the voltage applied to the bias electrode, to the counter electrode provided in front of the tip aperture of the nozzle; (iv) providing the printing medium or the intermediate

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

printing medium between a tip of the nozzle and the counter electrode; and (v) applying a voltage, corresponding to an image signal and having the same phase as that of the voltage applied to the bias electrode, to the image electrode provided on the wall surface of the nozzle, and ejecting the liquid developer from the tip aperture of the nozzle.

(2) The method as set forth in (1), wherein a hydrophobic polymer coating film is formed on an inner wall surface of the nozzle.

(3) The method as set forth in (2), wherein the polymer coating film is a fluorinated polymer coating film.

(4) The method as set forth in any one of (1) to (3), wherein a shape of the tip aperture of the nozzle is arc or circular.

(5) The method as set forth in any one of (1) to (3), wherein a shape of the tip aperture of the nozzle is polygonal.

(6) A printing head mechanism which makes a liquid developer adhere to a printing medium or a intermediate printing medium, the liquid developer in which electrically-charged coloring agent particles are contained in an insulative oil-based liquid, the printing head mechanism including: (i) a nozzle including a bias electrode and an image electrode on a wall surface of the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

nozzle, the nozzle ejecting the liquid developer from a tip aperture; and (ii) a counter electrode provided in front of the tip aperture of the nozzle.

(7) A printing apparatus including a printing head mechanism which makes a liquid developer adhere to a printing medium or an intermediate printing medium, the liquid developer in which electrically-charged coloring agent particles are contained in an insulative oil-based liquid, wherein used as the printing head mechanism is the printing head mechanism as set forth in claim 6.

[0005]

[Embodiment]

A printing head mechanism of the present invention includes (i) a nozzle including a bias electrode and an image electrode on a wall surface of the nozzle, and (ii) a counter electrode provided in front of a tip aperture of the nozzle. A cross sectional shape of a pathway of the liquid developer is optionally determined, and can be circular, arc, polygonal (quadrangular, hexagonal), or the like. A cross sectional area of the pathway is from  $25 \mu\text{m}^2$  to  $40,000 \mu\text{m}^2$ , preferably from  $100 \mu\text{m}^2$  to  $10,000 \mu\text{m}^2$ . Moreover, a shape of the tip aperture of the nozzle can be circular, arc, polygonal, or the like. With regard to a size of the tip aperture, its cross sectional area is  $40,000 \mu\text{m}^2$  or less, preferably  $10,000 \mu\text{m}^2$  or less, and the lower limit

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



of the cross sectional area is usually about  $100\text{ }\mu\text{m}^2$ . In the case in which the aperture is circular, its diameter is from  $5\text{ }\mu\text{m}$  to  $120\text{ }\mu\text{m}$ , preferably from  $10\text{ }\mu\text{m}$  to  $100\text{ }\mu\text{m}$ . The smaller the size of the aperture is, the better the resolution of the image becomes.

[0006]

The nozzle has the bias electrode and the image electrode on the wall surface of the nozzle. Positions of those electrodes are not especially limited as long as those electrodes are independent from each other. For example, the image electrode can be placed on an upper portion, side portion, or mentioned below of the pathway of the nozzle. Moreover, the numbers of the image electrode and the bias electrode can be plural.

[0007]

With regard to the nozzle, at least the inner wall surface where the electrodes are provided is formed by an electric insulator material. Used as such material is plastic, glass, ceramics, or the like. In the present invention it is preferable to use: hydrocarbon resin, such as polypropylene; fluorinated resin, such as polytetrafluoroethylene; hydrophobic plastic, such as silicone resin or polyester resin; or the like. In the case in which the nozzle is made of metal material such as stainless steel or iron, the inner wall surface of the nozzle

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

is coated with the above plastic, such as: the fluorinated resin; the silicone resin; the hydrocarbon resin, such as polypropylene; or the like.

[0008]

Fig. 1 is an explanatory diagram illustrating one aspect of the printing head mechanism of the present invention. In Fig. 1, reference numeral 10 indicates a nozzle, each of reference numerals 1 and 2 indicates a nozzle wall, and reference numeral 9 indicates a pathway (pathway in the nozzle) which is formed by the nozzle walls 1 and 2 and through which the liquid developer passes. Reference numeral 4 indicates a sealant for sealing an aperture at a back end of the nozzle. Reference numeral 3 indicates a supply pipe for the liquid developer, and the supply pipe is connected with a back end portion of the nozzle 10. Reference numeral 8 indicates a liquid developer pathway located in the supply pipe. Reference numeral 6 indicates a bias electrode, and reference numeral 7 indicates an image electrode. These electrodes 6 and 7 are formed, at least, on a wall portion facing with the liquid developer pathway 9, and it is not necessary to provide the electrodes 6 and 7 on lower and upper surfaces of the sealant 4. Moreover, it is not necessary to provide the electrodes 6 and 7 at a tip portion of the pathway 9. A cross sectional shape of the pathway 9 of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the nozzle 10 can be circular, arc, polygonal, or the like. Fig. 2 is a cross sectional diagram of the nozzle having the pathway whose cross sectional shape is arc. Fig. 3 is a cross sectional diagram of the nozzle having the pathway whose cross sectional shape is circular. Fig. 4 is a cross sectional diagram of the nozzle having the pathway whose cross sectional shape is quadrangular. Reference numerals illustrated in these figures indicate the same meanings as those illustrated in Fig. 1.

[0009]

If necessary, surfaces of the bias electrode 6 and the image electrode 7 or an inner surface of the pathway 9 can be coated with a plastic coating film, preferably a coating film made of: the fluorinated resin; the silicone resin; the hydrocarbon resin such as polypropylene; or the like. Such coating film enables the liquid developer to pass through the pathway 9 smoothly.

[0010]

In the pathway 9 in the nozzle of the present invention, surface energy of a surface being at least in contact with the liquid developer is 40 mV/m or less, preferably 35 mV/m or less, more preferably 30 mV/m or less. Maximum surface roughness (JIS B0601) of the surface being in contact with the liquid developer is 0.1  $\mu\text{m}$  or less, preferably 0.05  $\mu\text{m}$  or less.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0011]

In Fig. 1, reference numeral 11 indicates a counter electrode. Reference numeral 12 indicates a guide roller, and reference numerals 13 and 14 are a pair of rollers (forwarding rollers). Reference numeral 15 indicates a belt-like intermediate printing medium, and reference numeral 16 indicates a printing medium. The counter electrode 11 is provided in front of the tip aperture of the nozzle 10. A distance between a surface of the counter electrode 11 and a tip of the nozzle 10 is usually from 0.1 mm to 2.0 mm, preferably from 0.2 mm to 1.0 mm. Used as the counter electrode 11 is a metal plate, an insulating plate (plastic, ceramics, or the like) whose surface is coated with metal, or the like. Material of the belt-like intermediate printing medium 15 may be any material as long as the liquid developer temporarily adheres to the material, and the material can be plastic, metal, or the like. The printing medium 16 is, for example, a piece of paper, a plastic film whose surface is so formed as to absorb ink, or the like.

[0012]

In order to perform printing (form an image) by using a printing head (print head) mechanism illustrated in Fig. 1, the liquid developer is supplied from the supply pipe 3, and the pathway 9 in the nozzle is filled with the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



liquid developer via the pathway 8. Next, voltages are applied to the bias electrode 6 and the counter electrode 11. In this case, for example, a voltage of plus phase is applied to the bias electrode 6, and a voltage of opposite phase to that of the voltage applied to the bias electrode 6, for example a voltage of minus phase, is applied to the counter electrode 11. Levels of the voltages applied to the bias electrode 6 and the counter electrode 11 are so arranged as not to cause the liquid developer to be ejected from the tip aperture of the nozzle 10. In order to form an image on the intermediate printing medium 15, a voltage is applied to the image electrode 7 according to the image signal. Here, a phase of the voltage in this case is the same as that of the voltage applied to the bias electrode 6, for example the voltage of plus phase. Moreover, a level of the voltage in this case allows a droplet L to be ejected from the tip aperture of the pathway 9 of the nozzle. An ink state of the liquid developer ejected from the tip aperture of the nozzle changes depending on the level of the voltage applied to the image electrode 7. By controlling the voltage, the liquid developer can be ejected or sprayed from the aperture of the nozzle.

[0013]

The image formed on the surface of the belt-like intermediate printing medium 15 is transferred to a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

surface of the printing medium 16, such as paper, by using the rollers 13 and 14. In this way, a medium 17 having a print image can be obtained. Note that, when using the printing medium 16, such as paper, instead of the intermediate printing medium 15, the print image can be directly printed onto the printing medium.

[0014]

The following explains a principle of an operation in which the liquid developer is ejected from the tip aperture of the nozzle by applying the voltages to the bias electrode 6, the counter electrode 11, and the image electrode 7, as described above. When the voltages are applied to the bias electrode 6 and the counter electrode 11 in a state in which the liquid developer fills the pathway 9 of the nozzle, the electrically-charged coloring agent particles (toner) of the liquid developer receive an electrostatic force towards the counter electrode 11 by an effect of the electric field generated by the voltage application. However, the electrostatic force in this case is so controlled that the liquid developer is not ejected from the tip aperture of the nozzle. The voltage applied to the bias electrode 6 is, for example, from +20 volts to +1,500 volts, preferably from +30 volts to +1,000 volts. Moreover, the voltage applied to the counter electrode 11 is a voltage having a phase different from that of the voltage applied

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

to the bias electrode 6, and the voltage is, for example, from -20 volts to -1,000 volts, preferably from -30 volts to -1,000 volts. The levels of the voltages applied to the bias electrode 6 and the counter electrode 11 are such that the liquid developer in the pathway 9 of the nozzle is not ejected from the tip aperture of the nozzle. Concrete levels of the voltages vary depending on viscosity of the liquid developer, a state of the inner wall surface of the pathway 9, etc., so that appropriate levels of the voltages may be accordingly determined according to a preliminary experiment. When, in a state in which the voltages are applied to the bias electrode 6 and the counter electrode 7, a voltage of the same phase as that of the voltage applied to the bias electrode 6 is applied to the image electrode 7, the density of the electric field applied to the liquid developer is increased, and a far stronger electrostatic force is applied to the liquid developer. As a result, the liquid developer is ejected from the tip aperture of the nozzle. The voltage applied to the image electrode 7 is, for example, from 10 volts to 500 volts, preferably from 20 volts to 300 volts.

[0015]

The above explanation dealt with the principle of an image formation of the present invention using one nozzle forming one pixel. However, the actual printing head has a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

group of many nozzles. Each of Figs. 5 and 6 illustrates a concrete example of the group of nozzles. In Fig. 5, reference numeral 21 indicates the tip aperture (circular) of the nozzle, and reference numeral 22 indicates a fixing agent (resin, etc.) for fixing the group of many nozzles. In Fig. 5, reference numeral 21 is the tip aperture (quadrangular) of the nozzle, and reference numerals 23 and 24 are dividing walls. It is preferable that the counter electrode 11 be used as one common electrode for the group of nozzles.

[0016]

The liquid developer of the present invention is arranged in such a manner that the electrically-charged coloring agent particles is dispersed in the insulative oil-based liquid. The amount of electric charge of the liquid developer is from 5  $\mu\text{C/g}$  to 200  $\mu\text{C/g}$ , preferably from 10  $\mu\text{C/g}$  to 150  $\mu\text{C/g}$  according to the measurement carried out by an electrodeposition method.

[0017]

Electric conductivity of the liquid developer of the present invention is 2 siemens or less, preferably 1 siemens or less, more preferably 0.5 siemens or less. The lower limit is normally 0.0001 siemens. When the electric conductivity of the liquid developer exceeds 2 siemens, leak easily occurs when a voltage is applied, and this

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



causes problems, such as damaging of electrodes.

[0018]

In the present invention, a carrier liquid used for dispersing the coloring agent particles is the insulative oil-based liquid. Volume resistance of the insulative oil-based liquid is  $10^9 \Omega/\text{cm}^3$  or more, preferably  $10^{10} \Omega/\text{cm}^3$  or more, more preferably  $10^{11} \Omega/\text{cm}^3$  or more. Solubility with respect to the liquid (100 g, 25 °C) is 0.1 g or less, preferably 0.05 g or less, more preferably 0.01 g or less. Such insulative oil-based liquid includes: silicone oil (dimethyl silicone oil, methylphenyl silicone oil, methyl hydrogen silicone oil, etc.); modified silicone oil (polyoxyalkylene and copolymer, amino modified silicone oil, etc.); hydrocarbon oil (paraffin oil, aromatic hydrocarbon oil, etc.); aromatic etheral oil (diphenylether, etc.); halogenated hydrocarbon oil; liquid chemical compound (alcohol, ester, etc.) having a long-chain alkyl group; and the like.

[0019]

The coloring agent includes various pigments. Used as such pigments are conventionally known various pigments which are not dissolved but dispersed in the oil-based liquid. Generally, the pigment can be toner of developer used for electronic photographs. Concrete examples of the pigments are: insoluble azo pigment;

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

chelate azo pigment; phthalocyanine pigment; perylene pigment; anthraquinone pigment; quinacridone pigment; and the like. A volume average particle diameter of the pigment is from 0.02  $\mu\text{m}$  to 2.0  $\mu\text{m}$ , preferably from 0.03  $\mu\text{m}$  to 1.0  $\mu\text{m}$ . Concentration of the coloring agent in the liquid developer is from 1 part by weight to 50 parts by weight, preferably from 2 parts by weight to 20 parts by weight, per 100 parts by weight of the carrier liquid. The coloring agent particles can be electrically charged by using conventionally known methods, such as an absorption electrification method.

[0020]

The liquid developer can contain surfactant, preferably non-ionic surfactant. Used as such non-ionic surfactant can be various multipurpose non-ionic surfactant, such as polyoxyethylene alkyl ether, sucrose fatty acid ester, sorbitan fatty acid ether, glycerin fatty acid ether, polyglycerol fatty acid ether, polyoxyethylene sorbitan fatty acid ether, polyoxyethylene sorbit fatty acid ether, polyoxyethylene glycerin fatty acid ether, polyoxyethylene glycol fatty acid ether, polyoxyethylene alkyl ether phosphoric acid and its salts, polyoxyethylene alkyl ether sulfate salt, polyoxyethylene phytosterol and phytostanol, polyoxyethylene alkyl phenyl ether phosphoric acid and its salts, polyoxyethylene lanoline

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

and lanoline alcohol, polyoxyethylene alkylamine and fatty acid amide, polyoxyethylene polyoxypropylene alkyl ether, polyoxyethylene alkyl phenyl ether and fatty acid ethanol amide, etc.

[0021]

Viscosity of the liquid developer (25 °C) used in the present invention is 1,000 centipoises or less, preferably 500 centipoises or less. The liquid developer of high viscosity is slow in moving speed, so that it is not preferable for high-speed printing.

[0022]

The printing apparatus (image forming apparatus) of the present invention has the printing head mechanism, and its example is illustrated in Fig. 7. Fig. 7 is a diagram illustrating a basic arrangement of the printing apparatus of the present invention. In Fig. 7, reference mark Y indicates an yellow image printing head, reference mark M indicates a magenta image printing head, reference mark C indicates a cyanine image printing head, and reference mark Bk indicates a black image printing head. Reference numerals 31, 33, 35, and 37 are groups of nozzles, and the groups are connected to the printing heads Y, M, C, and Bk, respectively. Reference numerals 32, 34, 36, and 38 are counter electrodes provided so as to face with tips of the groups of nozzles, respectively. In the apparatus

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

illustrated in Fig. 6, image signals outputted from a controller is supplied to Y, M, C, and Bk, and four-color printing is carried out to a transfer body (intermediate printing medium). As a result, a full-color image is formed on the transfer body. The image is transferred to a printing medium (paper) 41 on a transfer roller 42, and a printing medium 43 having the image is obtained.

[0023]

[Example]

The following Examples further explain the present invention.

[0024]       Reference 1

A pigment (quinacridone type pigment, volume average particle diameter: 0.2  $\mu\text{m}$ ) was dispersed in dimethyl silicone oil (volume resistance:  $10^{13}$   $\Omega/\text{cm}^3$ , viscosity (25 °C): 1,000 mPa·s) at a concentration of 15 % by weight. Next, in order to electrically charge the dispersion liquid, a treatment of metal soap absorption was carried out. The amount of electric charge of the liquid developer I thus obtained was 100  $\mu\text{c/g}$ .

[0025]       Example 1

Printing is carried out by the printing head mechanism, illustrated in Fig. 1, using the liquid developer I described in Reference 1. The printing is carried out under conditions as follows:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(1) Bias electrode 6

Voltage applied: +500 V

(2) Counter electrode 11

Voltage applied: -500 V

(3) Nozzle 10

(i) Area of the tip aperture (square):  $10,000 \mu\text{m}^2$

(ii) Maximum surface roughness of the inner wall surface of the pathway 9:  $0.08 \mu\text{m}$

(iii) Surface energy of the inner wall surface of the pathway 9:  $23 \text{ mV/m}$

(4) Distance between the surface of the counter electrode 11 and the tip aperture of the nozzle 10:  $0.3 \text{ mm}$

Under the above conditions, a piece of paper was placed between the counter electrode 11 and the tip aperture of the nozzle, and a voltage of +200 V was applied to the image electrode 7. With this, confirmed is that the liquid developer was ejected from the tip aperture of the nozzle 10 and an image was formed on the surface of the paper. Moreover, in this case, time from the application of the voltage to the image electrode 7 to the ejection of the liquid developer from the tip aperture of the nozzle was  $0.1 \text{ msec}$ .

[0026] Example 2

A similar experiment as that of Example 1 was carried out by using the printing head mechanism in

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

which the inner surface of the pathway 9 of the nozzle including the bias electrode 6 and the image electrode 7 was coated with polypropylene with a surface energy of 30 mN/m. In this case, the maximum surface roughness of the inner wall surface of the pathway 9 of the nozzle was 0.09  $\mu\text{m}$ . Moreover, the time from the application of the voltage to the image electrode 7 to the ejection of the liquid developer from the tip aperture of the nozzle was 0.05 msec.

[0027]      Example 3

A similar experiment as that of Example 1 was carried out by using the printing head mechanism in which the inner surface of the pathway 9 of the nozzle including the bias electrode 6 and the image electrode 7 was coated (thickness: 0.3  $\mu\text{m}$ ) with fluorinated polymer ("Lumiflon" produced by ASAHI KASEI) of surface energy 12 mN/m. In this case, the maximum surface roughness of the inner wall surface of the pathway 9 of the nozzle was 0.07  $\mu\text{m}$ . Moreover, the time from the application of the voltage to the image electrode 7 to the ejection of the liquid developer from the tip aperture of the nozzle was 0.02 msec.

[0028]      Example 4

A similar experiment as that of Example 1 was carried out by using the printing head mechanism in

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

which the shape of the tip aperture of the nozzle was semicircular (the area was  $10,000\mu\text{m}^2$ ). In this case, the time from the application of the voltage to the image electrode 7 to the ejection of the liquid developer from the tip aperture of the nozzle was 0.08 msec.

[0029]

[Effects of the invention]

According to the present invention, high-speed printing can be carried out to the printing medium by using a convenient and inexpensive apparatus.

[Brief description of the drawings]

[Fig. 1]

Fig. 1 is an explanatory diagram of one aspect of the printing head mechanism of the present invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 illustrates a cross sectional view of the nozzle used in the present invention, and the shape of the cross section of the nozzle is arc.

[Fig. 3]

Fig. 3 illustrates a cross sectional view of the nozzle used in the present invention, and the shape of the cross section of the nozzle is circular.

[Fig. 4]

Fig. 4 illustrates a cross sectional view of the nozzle

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

used in the present invention, and the shape of the cross section of the nozzle is quadrangular.

[Fig. 5]

Fig. 5 is an explanatory diagram of a surface of the tip apertures (circular) of the group of nozzles.

[Fig. 6]

Fig. 6 is an explanatory diagram of a surface of the tip apertures (quadrangular) of the group of nozzles.

[Fig. 7]

Fig. 7 is a diagram illustrating a basic arrangement of the printing apparatus of the present invention.

[Explanation of reference numerals]

- 1, 2    nozzle wall
- 3       supply pipe for the liquid developer
- 6       bias electrode
- 7       image electrode
- 9       pathway for the liquid developer
- 10      nozzle
- 11      counter electrode
- 15      intermediate printing medium
- 16      printing medium
- 21      tip aperture of the nozzle
- 22      fixing agent
- 23, 24    dividing wall

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



31, 33, 35, 37	group of nozzles
32, 34, 36, 38	counter electrode

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-172787

(43)Date of publication of application : 18.06.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/06  
B41J 2/01

(21)Application number : 2000-375037

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 08.12.2000

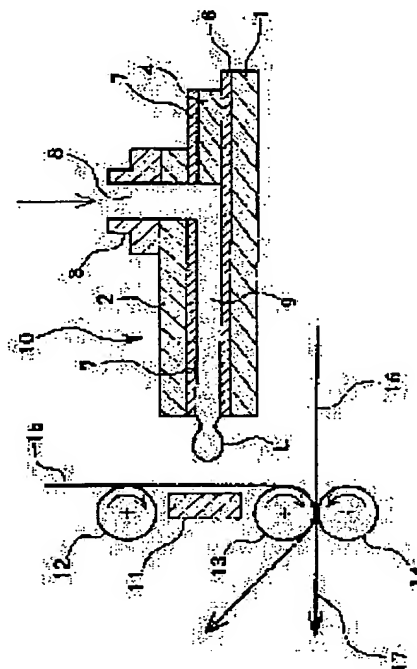
(72)Inventor : KATO KOICHI  
SAKAI TOSHIO

## (54) RECORDING METHOD USING LIQUID DEVELOPER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a recording method in which the moving speed of liquid developer can be enhanced easily when it is moved through action of an electric field and the cost of the recorder is inexpensive.

**SOLUTION:** A nozzle 10 arranged with a bias electrode 6 and an image electrode 7 on the wall surface thereof is employed, a counter electrode 11 is disposed in front of the forward end opening of the nozzle 10, a voltage is applied to the bias electrode 6 arranged on the wall surface of the nozzle 10, and a voltage of the opposite phase is applied to the counter electrode 11. A recording medium 16 or an intermediate recording medium 15 is presented between the forward end of the nozzle 10 and the counter electrode 11, and liquid developer is ejected from the forward end opening of the nozzle 10 by applying the image electrode 7 arranged on the wall surface of the nozzle 10 with a voltage of the same phase as that of the voltage applied to the bias electrode 6 depending on an image signal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-172787

(P2002-172787A)

(43) 公開日 平成14年6月18日 (2002.6.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターミナル (参考)

B 4 1 J 2/06

B 4 1 J 3/04

1 0 3 G 2 C 0 5 6

2/01

1 0 1 Z 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-375037 (P2000-375037)

(22) 出願日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 加藤 弘一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72) 発明者 酒井 捷夫

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 100074505

弁理士 池浦 敏明

Fターム (参考) 2C056 EA01 EA24 FA07 FD13 HA24

2C057 AF02 AG05 AG07 AG14 AH07

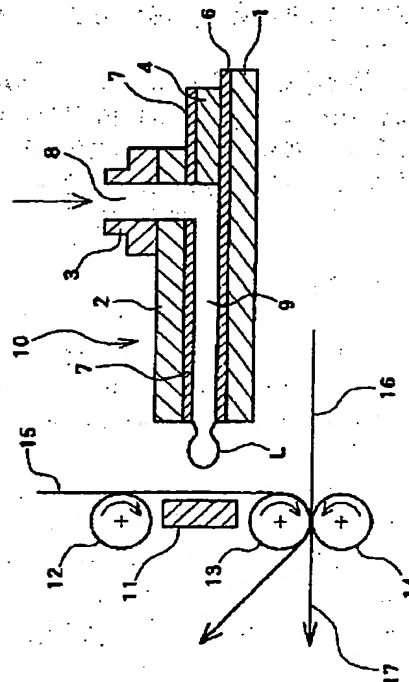
AR06 BD05

(54) 【発明の名称】 液体现像剤を用いる記録方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 液体现像剤に電界を作用させてそれを移動させるときのその移動速度を向上させることが容易であり、さらに装置コストが安価である記録方法を提供する。

【解決手段】 ノズル10として、その壁面にバイアス電極6と画像電極7とを配設したノズル10を用い、ノズル10の先端開口の前方に対向電極11を配設し、ノズル10の壁面に配設したバイアス電極6に電圧を印加するとともに、対向電極11にバイアス電極とは反対位相の電圧を印加する。ノズル10の先端と該対向電極11との間に記録媒体16又は中間記録媒体15を存在させ、ノズル10の壁面に配設した画像電極7に、画像信号に応じた、バイアス電極6と同位相の電圧を印加し、ノズル10の先端開口から液体现像剤を吐出させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子を含有する液体現像剤を、ノズルの先端開口から吐出させて記録媒体又は中間記録媒体上に付着させる記録方法であって、(i)該ノズルとして、その壁面にバイアス電極と画像電極とを配設したノズルを用いること、(ii)該ノズルの先端開口の前方に対向電極を配設すること、(iii)該ノズルの壁面に配設したバイアス電極に電圧を印加するとともに、該ノズルの先端開口の前方に配設した対向電極に該バイアス電極に印加する電圧とは反対位相の電圧を印加すること、(iv)該ノズルの先端と該対向電極との間に記録媒体又は中間記録媒体を存在させること、(v)該ノズルの壁面に配設した画像電極に、画像信号に応じた、該バイアス電極に印加した電圧と同位相の電圧を印加し、該ノズルの先端開口から該液体現像剤を吐出させること、を特徴とする液体現像剤を用いる記録方法。

【請求項2】 該ノズルの内壁面に疎水性高分子被膜が形成されている請求項1に記載の方法。

【請求項3】 該高分子被膜がフッ素系高分子被膜である請求項2に記載の方法。

【請求項4】 該ノズルの先端開口の形状が円弧形状又は円形状である請求項1～3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】 該ノズルの先端開口の形状が多角形状である請求項1～3のいずれかに記載の方法。

【請求項6】 絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子を含有する液体現像剤を記録媒体又は中間記録媒体上に付着させる記録ヘッド機構であって、(i)壁面にバイアス電極と画像電極とを配設した、液体現像剤をその先端開口から吐出させるノズル、(ii)該ノズルの先端開口の前方に配設された対向電極、を備えることを特徴とする記録ヘッド機構。

【請求項7】 絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子を含有する液体現像剤を記録媒体又は中間記録媒体上に付着させる記録ヘッド機構を有する記録装置であって、該記録ヘッド機構として請求項6に記載の記録ヘッド機構を用いることを特徴とする液体現像剤を用いる記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液体現像剤に電界を作用させる工程を含む液体現像剤を用いる記録方法、記録ヘッド機構及び記録装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】シリコンオイル等の絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子(トナー)を分散させた現像液を用い、この現像液に電界を作用させて該現像液を移動させ、基板に形成した開口より吐出させて紙等の記録媒体にその現像液による画像を記録させる方法は知られている(特開2000-37898号公報)。この方法の場合、現像液をリング状画像電極のその中心に形成された開口を通過させる工程を含むことから、解像度を向上させることが困難である上、装置コストが高くなり、さらに、電界を印加して現像液を移動させるときにその移動速度を高めることが困難である等の問題を含むもので、未だ満足し得るものではなかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子を分散させた液体現像剤を用い、この液体現像剤に電界を作用させて該液体現像剤を移動させ、開口より吐出させて記録媒体又は中間記録媒体に着色画像を形成させる記録方法において、該液体現像剤に電界を作用させてそれを移動させるときにその移動速度を向上させることが容易であり、該記録媒体又は中間記録媒体に形成される画像の解像度を高めることが容易であり、さらに装置コストが安価である記録方法、それに用いる記録ヘッド機構及び該記録ヘッド機構を有する記録装置を提供することをその課題とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、本発明を完成するに至った。即ち、本発明によれば、以下に示す液体現像剤を用いる記録方法、記録ヘッド機構及び記録装置が提供される。

(1) 絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子を含有する液体現像剤を、ノズルの先端開口から吐出させて記録媒体又は中間記録媒体上に付着させる記録方法であって、(i)該ノズルとして、その壁面にバイアス電極と画像電極とを配設したノズルを用いること、(ii)該ノズルの先端開口の前方に対向電極を配設すること、(iii)該ノズルの壁面に配設したバイアス電極に電圧を印加するとともに、該ノズルの先端開口の前方に配設した対向電極に該バイアス電極に印加する電圧とは反対位相の電圧を印加すること、(iv)該ノズルの先端と該対向電極との間に記録媒体又は中間記録媒体を存在させること、(v)該ノズルの壁面に配設した画像電極に、画像信号に応じた、該バイアス電極に印加した電圧と同位相の電圧を印加し、該ノズルの先端開口から該液体現像剤を吐出させること、を特徴とする液体現像剤を用いる記録方法。

(2) 該ノズルの内壁面に疎水性高分子被膜が形成されている前記(1)に記載の方法。

(3) 該高分子被膜がフッ素系高分子被膜である前記(2)に記載の方法。

(4) 該ノズルの先端開口の形状が円弧形状又は円形状である前記(1)～(3)のいずれかに記載の方法。

(5) 該ノズルの先端開口の形状が多角形状である前記(1)～(3)のいずれかに記載の方法。

(6) 絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子を含有する液体現像剤を記録媒体又は中間記録媒体上に付着させ

る記録ヘッド機構であって、(i)壁面にバイアス電極と画像電極とを配設した液体現像剤をその先端開口から吐出させるノズル、(ii)該ノズルの先端開口の前方に配設された対向電極、を備えることを特徴とする記録ヘッド機構。

(7)絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子を含有する液体現像剤を記録媒体又は中間記録媒体上に付着させる記録ヘッド機構を有する記録装置であって、該記録ヘッド機構として前記(6)に記載の記録ヘッド機構を用いることを特徴とする液体現像剤を用いる記録装置。

【0005】

【発明の実施の形態】本発明の記録ヘッド機構は、ノズルの壁面にバイアス電極と画像電極とを配設したノズルと、該ノズルの開口先端の前方に配設された対向電極とからなる。前記ノズルにおいて、その液体現像剤通路の断面形状は任意であり、円形状や円弧状であることができる他、多角形状(4角形状、6角形状等)等であることができる。その通路の断面積は、 $25\sim40000\mu\text{m}^2$ 、好ましくは $100\sim10000\mu\text{m}^2$ である。また、該ノズルの先端開口の形状は、円形状や円弧状、多角形状等であることができる。その先端開口寸法は、その断面積で、 $40000\mu\text{m}^2$ 以下、好ましくは $10000\mu\text{m}^2$ 以下であり、その下限値は、通常、 $100\mu\text{m}^2$ 程度である。その開口が円形の場合、その直径は $5\sim120\mu\text{m}$ 、好ましくは $10\sim100\mu\text{m}$ 程度である。その開口寸法が小さい程解像力の高い画像を与える。

【0006】前記ノズルは、その壁面にバイアス電極と画像電極を有する。それらの電極の配設位置は特に制約されず、相互に独立していればよい。例えば、画像電極は、ノズル内通路の上部、側部又は下記に位置することができる。また、画像電極及びバイアス電極は複数であることができる。

【0007】前記ノズルにおいて、電極が形成されるその少なくとも内壁面は電気絶縁体材料で形成される。このような材料としては、プラスチック、ガラス、セラミックス等が用いられる。本発明では、特にポリプロピレン等の炭化水素樹脂、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系樹脂の他、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂等の疎水性プラスチックを好ましく用いることができる。ステンレスや鉄等の金属材料からなるノズルの場合、その内壁面を、前記したプラスチック、例えば、フッ素系樹脂やシリコン系樹脂、ポリプロピレン等の炭化水素樹脂等でコーティングする。

【0008】本発明の記録ヘッド機構の1つの態様の説明図を図1に示す。図1において、10はノズルを示し、1、2はノズル壁を示し、9はその壁部1、2によって形成された液体現像剤が移動する通路(ノズル内通路)である。4はそのノズル後端開口を封止する封止材である。3は液体現像剤供給管であり、ノズル10の後

端部に連結する。8はその供給管内の液体現像剤通路を示す。6はバイアス電極を示し、7は画像電極を示す。これらの電極6、7は、少なくとも液体現像剤通路9に面した壁部に形成されてあればよく、封止部材4の下面及び上面に形成された電極6、7の配設は必要とされない。また、その電極6、7は、通路9の先端まで存在する必要はない。ノズル10の通路9の断面形状は円形や円弧状、多角形状等であることができる。図2に断面円弧状の通路を有するノズルの断面図を示し、図3に断面円形状のノズルの断面図を示し、図4に断面4角形状のノズルの断面図を示す。これらの図に示した符号は、図1において示した符号と同一の意味を有する。

【0009】バイアス電極6及び画像電極7の表面あるいは通路9の内表面には、必要に応じ、プラスチック被膜、好ましくは前記したフッ素系樹脂やシリコン樹脂、ポリプロピレン樹脂等の疎水性樹脂の被膜によって被覆することができる。このような被膜の形成により、液体現像剤が通路9を通過する際のその通過が円滑になる。

【0010】本発明においては、前記ノズル内通路9において、その少なくとも液体現像剤が接触する面の表面エネルギーは、 $40\text{mV}/\text{m}$ 以下、好ましくは $35\text{mV}/\text{m}$ 以下、より好ましくは $30\text{mV}/\text{m}$ 以下である。また、その液体現像剤が接触する面の最大表面粗さ(JIS-B0601)は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.05\mu\text{m}$ 以下である。

【0011】図1において、11は対向電極を示す。12は案内ローラ、13、14は一对のローラ(送りローラ)を示す。15はベルト状の中間記録媒体、16は記録媒体を示す。対向電極11は、ノズル10の先端開口の前方に配設される。対向電極11の表面とノズル10の先端との間の距離は、通常、 $0.1\sim2.0\text{mm}$ 、好ましくは $0.2\sim1.0\text{mm}$ である。対向電極11は、金属板や、絶縁板(プラスチック、セラミック等)の表面に金属被膜を形成したもの等が用いられる。ベルト状の中間記録媒体15の材質は、液体現像剤が一次的に付着する材料であればよく、プラスチックや金属等であることができる。記録媒体16は、紙や、表面がインク吸収面に形成されたプラスチックフィルム等である。

【0012】図1に示した記録ヘッド(印字ヘッド)機構を用いて記録(画像形成)を行うには、供給管3から液体現像剤を供給し、その通路8を介してノズル内の通路9を液体現像剤で充填させる。次に、バイアス電極6及び対向電極11に電圧を印加する。この場合、バイアス電極6に対しては、例えば、プラス位相の電圧を印加し、対向電極11には、そのバイアス電極6に印加させる電圧の位相とは逆位相の電圧、例えばマイナスの位相の電圧を印加する。これらのバイアス電極6や対向電極11に印加する電圧は、ノズル10の先端開口から液体現像剤の吐出が生じない範囲の電圧である。中間記録媒

体15上に画像を形成するには、画像信号に基づいて画像電極7に電圧を印加する。この場合の電圧は、バイアス電極6に印加される電圧と同じ位相の電圧、例えばプラス位相の電圧であり、ノズルの通路9の先端開口から液滴を吐出させる強さの電圧である。ノズルの先端開口から吐出される液体現像剤のインク状態は、その画像電極7に印加させる電圧の強さにより変り、その電圧を制御することにより、そのノズル開口から突出させたり、あるいは噴射させることができる。

【0013】ベルト状の中間記録媒体15の表面に形成された画像は、ローラ13、14において、紙等の記録媒体16の表面に転写され、これにより、記録画像を有する媒体17が得られる。なお、前記中間記録媒体15に代えて、紙等の記録媒体16を用いるときには、その記録媒体上に、直接記録画像を形成することができる。

【0014】前記バイアス電極6、対向電極11及び画像電極7に対して前記のようにして電圧を印加することにより、そのノズルの先端開口から液体現像剤が吐出される原理を示すと以下の通りである。ノズル10の通路9内に液体現像剤が充填されている状態でバイアス電極6及び対向電極11に電圧を印加すると、液体現像剤中の帯電した着色剤粒子（トナー）は、その電圧の印加により生じた電界の作用により、対向電極11に向う静電気力を受ける。しかし、この場合の静電気力は、液体現像剤がノズルの先端開口から吐出されない範囲の強さにコントロールされる。バイアス電極6に印加する電圧は、例えば、プラス20～1500ボルト、好ましくはプラス30～1000ボルトであり、対向電極11に印加させる電圧は、そのバイアス電極に印加される電圧と位相の異なる電圧、例えば、マイナス20～1000ボルト、好ましくはマイナス30～1000ボルトである。バイアス電極6及び対向電極11に印加される電圧は、ノズル通路9内の液体現像剤がそのノズルの先端開口から吐出されない範囲の電圧である。その具体的電圧は、液体現像剤の粘度、通路9の内壁面の状態等により異なるので、その適正電圧は予備実験により適宜決めればよい。前記バイアス電極6及び対向電極11に前記のように電圧を印加した状態において、画像電極7に、バイアス電極6と同一位相の電圧を印加すると、液体現像剤に加わる電界密度が増大し、その液体現像剤にはより強い静電気力が加わり、その結果、ノズルの先端開口からの液体現像剤の吐出が生じる。画像電極7に印加する電圧は、例えば、プラス10～500ボルト、好ましくは20～300ボルトである。

【0015】以上の説明においては、1つの画素を形成する単一ノズルを用いて本発明による画像形成原理について示したが、実際の記録ヘッドは、多数のノズルの集合体からなる。図5及び図6に、それらのノズル集合体の具体例を示す。図5において、21はノズルの先端開口（円形状）を示し、22はそれらの多数のノズル集合

体を固着する固着剤（樹脂等）を示す。図5において、21はノズルの先端開口（4角形状）を示し、23、24は仕切り壁を示す。対向電極11は、このようなノズル集合体に対して1つの共通電極として用いることが好ましい。

【0016】本発明の液体現像剤は、絶縁性油性液体中に帯電した着色剤粒子を分散状態で含有するものである。この液体現像剤において、その帯電量は、電着法による測定に基づいて、5～200 $\mu\text{C/g}$ 、好ましくは10～150 $\mu\text{C/g}$ である。

【0017】本発明の液体現像剤において、その電気伝導率は、2ジーメンス以下、好ましくは1ジーメンス以下、より好ましくは0.5ジーメンス以下である。その下限値は、通常、0.0001ジーメンスである。液体現像剤の電気伝導率が2ジーメンスを超えると、電圧を印加したときにリークを生じやすくなり、電極に損傷する等の不都合を生じる。

【0018】本発明で着色剤粒子の分散に用いるキャリア液体は、絶縁性油性液体である。その体積抵抗は、 $10^9\Omega/\text{cm}^3$ 以上、好ましくは $10^{10}\Omega/\text{cm}^3$ 以上、より好ましくは $10^{11}\Omega/\text{cm}^3$ 以上である。その水100gに対する溶解度25℃は、0.1g以下、好ましくは0.05g以下、より好ましくは0.01g以下である。このような絶縁性油性液体には、シリコンオイル（ジメチルシリコンオイル、メチルフェニルシリコンオイル、メチル水素シリコンオイル等）、変性シリコンオイル（ポリオキシアルキレンとコポリマー、アミノ変性シリコンオイル等）、炭化水素油（パラフィン油、芳香族炭化水素油）、芳香族エーテル油（ジフェニルエーテル等）ハロゲン化炭化水素油、長鎖アルキル基を有する液状化合物（アルコール、エステル等）等が包含される。

【0019】前記着色剤には、各種の顔料が包含される。この顔料としては、前記油性液体に溶解せずに分散する従来公知の各種のものが用いられる。一般的には、電子写真用の現像剤に用いられているトナーであることができる。顔料の具体例を示すと、不溶性アゾ顔料、キレートアゾ顔料、フタロシアニン顔料、ペリレン顔料、アントラキノン顔料、キナクリドン顔料等が挙げられる。顔料の体積平均粒径は、0.02～2.0 $\mu\text{m}$ 、好ましくは0.03～1.0 $\mu\text{m}$ である。液体現像剤中の着色剤濃度は、キャリア液体100重量部当り、1～50重量部、好ましくは2～20重量部の割合である。着色剤粒子の帯電化は、従来公知の方法、例えば、吸着帯電法等の方法により行うことができる。

【0020】液体現像剤中には、界面活性剤、好ましくはノニオン性界面活性剤を含有させることができる。このようなノニオン性界面活性剤としては、汎用されている各種のノニオン性界面活性剤、例えば、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ショ糖脂肪酸エステル、ソル



ビタン脂肪酸エステル、グリセリン脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビット脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングルコール脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルエーテルリン酸及びその塩、ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩、ポリオキシエチレンフィトステロール及びフィトスタノール、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテルリン酸及びその塩、ポリオキシエチレンラノリン及びラノリンアルコール、ポリオキシエチレンアルキルアミン及び脂肪酸アミド、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル及び脂肪酸エタノールアミドなどが挙げられる。

【0021】本発明で用いる液体現像剤において、その粘度25℃は、1000センチポイズ以下、好ましくは500センチポイズ以下である。粘度の大きな液体現像剤は、その移動速度が遅くなるため、高速印字には好ましくない。

【0022】本発明の記録装置（画像形成装置）は、前記記録ヘッド機構を有するものであり、その1つの例を図7に示す。図7は、本発明の記録装置の基本構成図を示す。図中、Yはイエロー画像記録ヘッド、Mはマゼンタ画像記録ヘッド、Cはシアニン画像記録ヘッド及びBkはブラック画像記録ヘッドを示す。31、33、35及び37は各記録ヘッドY、M、C、Bkに連結するノズル集合体を示し、32、34、36及び38はそれらノズル集合体の先端に対向して配設された対向電極を示す。図6に示した装置において、コントローラーから出された画像信号は、Y、M、C、Bkに送られ、転写体（中間記録媒体）に対して4色の印字が行われ、これにより転写体にはフルカラーの画像が形成される。この画像は、転写ロール42上で記録媒体（紙）41上に転写され、画像を有する記録媒体43が得られる。

#### 【0023】

【実施例】次に本発明を実施例によりさらに詳述する。

#### 【0024】参考例1

ジメチルシリコーンオイル（体積抵抗値 $10^{13} : \Omega / \text{cm}^3$ 、粘度25℃： $1000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ ）中に、顔料（キナクリドン系顔料、体積平均粒径： $0.2 \mu\text{m}$ ）を15重量%の濃度で分散させた。次に、この分散液を帯電化するために、金属石鹸吸着の処理を施した。このようにして得られた液体現像剤Iは、 $100 \mu\text{C} / \text{g}$ の強さの帯電量を有するものであった。

#### 【0025】実施例1

参考例1で示した液体現像剤Iを、図1に示した記録ヘッド機構に適用して、記録を行った。この場合の記録条件は以下の通りである。

##### （1）バイアス電極6

印加電圧： $+500 \text{ V}$

##### （2）対向電極11

印加電圧： $-500 \text{ V}$

##### （3）ノズル10

（i）先端開口（正方形形状）面積： $10000 \mu\text{m}^2$

（ii）通路9内壁面の最大表面粗さ： $0.08 \mu\text{m}$

（iii）通路9内壁面の表面エネルギー： $23 \text{ mV} / \text{m}$

（4）対向電極11の表面とノズル10の先端開口との距離： $0.3 \text{ mm}$

前記条件で対向電極11とノズルの先端開口との間に紙を存在させ、画像電極7に $+200$ ボルトの電圧を印加したところ、そのノズル10の先端開口から液体現像剤が吐出し、紙の表面に画像が形成されることが確認された。また、この場合、画像電極7に電圧を印加してから、ノズルの先端開口から液体現像剤吐出されるまでの時間は、 $0.1 \text{ m}$ 秒であった。

#### 【0026】実施例2

バイアス電極6及び画像電極7を含むノズル通路9の内面を表面エネルギー $30 \text{ mN} / \text{m}$ のポリプロピレンでコーティング（厚さ： $0.5 \mu\text{m}$ ）した記録ヘッド機構を用い、実施例1と同様の実験を行った。この場合、ノズル通路9内壁面の最大表面粗さは $0.09 \mu\text{m}$ であった。この場合には、画像電極7に電圧を印加してから、ノズルの先端開口から液体現像剤が吐出されるまでの時間は $0.05 \text{ m}$ 秒であった。

#### 【0027】実施例3

バイアス電極6及び画像電極7を含むノズル通路9の内面を表面エネルギー $12 \text{ mN} / \text{m}$ のフッ素系ポリマー（旭化成社製、「ルミフロン」）でコーティング（厚さ： $0.3 \mu\text{m}$ ）した記録ヘッド機構を用い、実施例1と同様の実験を行った。この場合のノズル通路9内壁面の最大表面粗さは $0.07 \mu\text{m}$ であった。この場合には、画像電極7に電圧を印加してから、ノズルの先端開口から液体現像剤が吐出されるまでの時間は $0.02 \text{ m}$ 秒であった。

#### 【0028】実施例4

ノズルの先端開口の形状を半円形（面積 $10000 \mu\text{m}^2$ ）にした記録ヘッド機構を用い、実施例1と同様の実験を行った。この場合には、画像電極7に電圧を印加してから、ノズルの先端開口から液体現像剤が吐出されるまでの時間は $0.08 \text{ m}$ 秒であった。

#### 【0029】

【発明の効果】本発明によれば、簡便かつ安価な装置を用いて記録媒体上に高速印字を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の記録ヘッド機構の1つの態様についての説明図を示す。

【図2】本発明で用いる断面円弧状のノズルの断面図を示す。

【図3】本発明で用いる断面円形状のノズルの断面図を

示す。

【図4】本発明で用いる断面4角形状のノズルの断面図を示す。

【図5】ノズル集合体の先端開口（円形状）面の説明図を示す。

【図6】ノズル集合体の先端開口（4角形状）面の説明図を示す。

【図7】本発明の記録装置の基本構成図を示す。

【符号の説明】

1、2 ノズル壁

3 液体现像剤供給管

6 バイアス電極

7 画像電極

9 液体现像剤通路

10 ノズル

11 対向電極

15 中間記録媒体

16 記録媒体

21 ノズルの先端開口

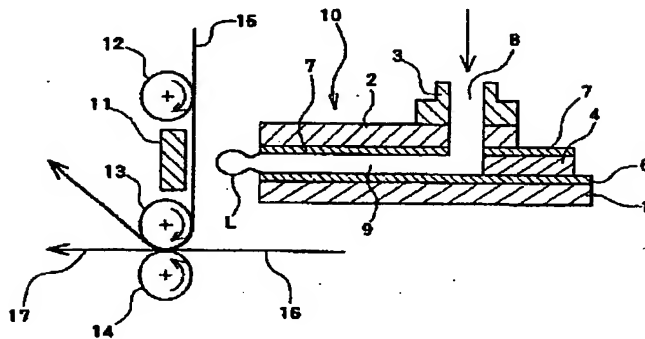
22 固着剤

23、24 仕切り壁

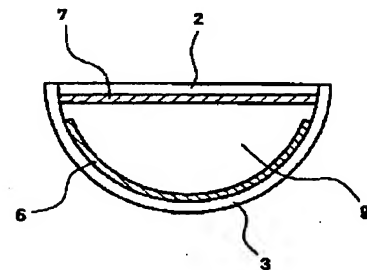
31、33、35、37 ノズル集合体

32、34、36、38 対向電極

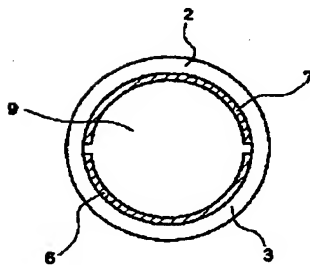
【図1】



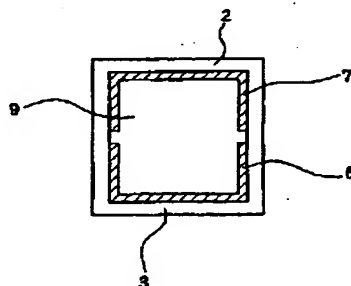
【図2】



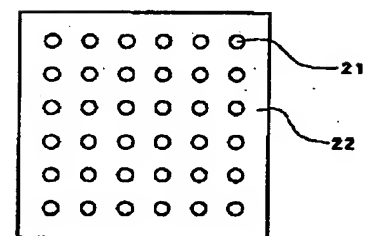
【図3】



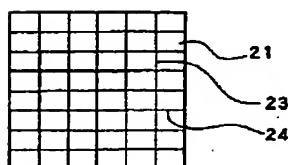
【図4】



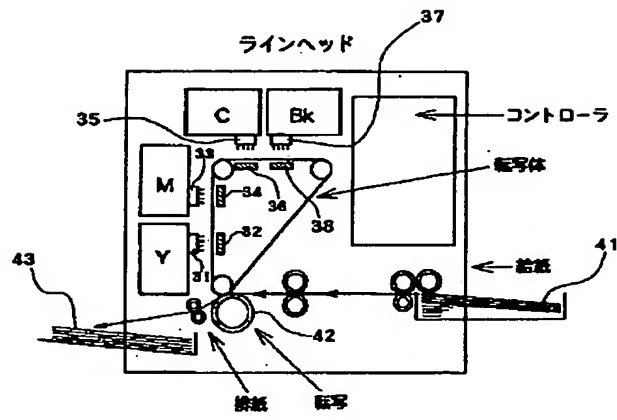
【図5】



【図6】



【図7】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**